

Diseño, estructuración y dimensionamiento de una red de telecomunicaciones para acceso a internet de 44 Centros Educativos Públicos Rurales y Urbano Marginales de la provincia de Bolívar

José Luis Gualotuña P.

jsl_gualotuna@hotmail.com

Departamento de Eléctrica y Electrónica, Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, Av. El Progreso S/N, Sangolqui- Ecuador

Resumen

El presente proyecto tiene como objetivo el Diseño, la Estructuración y el Dimensionamiento de una Red de Telecomunicaciones para acceso a internet de 44 Centros Educativos Públicos Rurales y Urbanos Marginales de la Provincia de Bolívar. La red conectara a 43 escuelas con la red de servicios que administra el GADP de Bolívar ubicado en la ciudad de Guaranda. Este centro estará equipado con 2 servidores, el primero configurado con aplicaciones de proxy y limitación de ancho de banda para una adecuada administración del servicio de Internet y el segundo con servicios de firewall y filtro de contenidos. La red será implementada en base a equipos de telecomunicaciones que trabajan en las bandas no licenciadas ISM de 2.4 GHz. En cada establecimiento educativo se instalara una pequeña red; estas redes se interconectan entre sí a través de una red inalámbrica la cual está formada por repetidores ubicados en los cerros Gradas, Capadia, Cachiyacu, Cashapungo, Cochauca, Susanga, Lourdes, Aluzana y Cuchicacahua, además de elevaciones que por no constar su nombre, se los dejo indicados con números como torre 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 33. Estos se eligieron por tener línea de vista directa con los establecimientos de su respectiva zona. Entonces la red queda conformada por 1 estación de

administración en el GADP de Bolívar, 16 repetidores que forman la red troncal y 15 redes que interconectara a 43 escuelas ubicadas a lo largo de la Provincia de Bolívar.

Palabras Claves:

1: Acceso a Internet

2: Interconexión de Redes

3: Estación de administración

4: GADP Bolivar

5: Red Inalámbrica

Descripción general de la red

La red implementada interconecta a 43 unidades educativas con la Red de Servicios que administra el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Bolívar ubicado en la ciudad de Guaranda, brindando servicios de correo electrónico e Internet. Este sistema de telecomunicaciones combina redes cableadas (Ethernet) con redes inalámbricas (WiFi).

Las estaciones cliente están formadas por los equipos instalados en los establecimientos educativos

Diseño de red

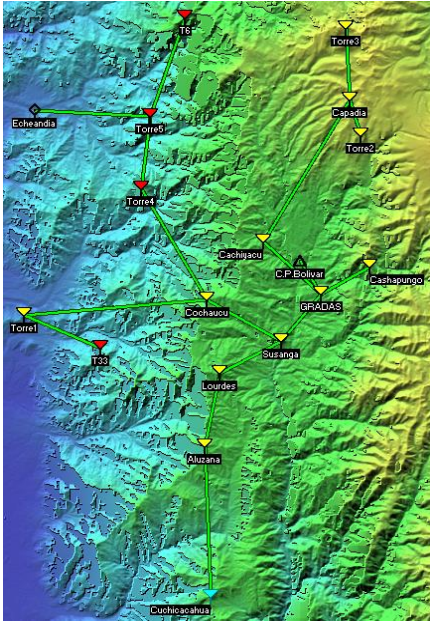


Fig. 1 Red Troncal en Radio Mobile

Red troncal.

- La red troncal se diseñó con la finalidad de llegar a la mayor parte de la provincia de Bolívar.
- La red cuenta con un centro de gestión y monitoreo que se encuentra en el edificio del GADP de Bolívar.
- Se implementarán 16 torres en los sitios remotos que son cerros o lomas, los cuales están descritos y en los casos en los que no constan los nombres ya sea porque no tienen un nombre en específico se utiliza un número para llamar a este punto.
- Se diseñó 16 enlaces para ocupar la mayor parte de la Provincia de Bolívar.
- Se cuenta con 16 redes, ya que desde estos puntos se pretende cubrir las zonas aledañas.
- Se cuenta con la torre 5 la cual nos ayuda solo como enlace entre la torre4 y torre 6, en un futuro esta torre nos ayudara a interconectarnos con el Cantón Echeandía, no tomado en cuenta en el presente estudio.

Características de los enlaces

Características por las que se elige 802.11 n:

- Velocidades netas de transmisión de más de 100 Mbps por módulo de radio, son más rápidas que las redes LAN Fast Ethernet.
- Son flexibles, seguras y, gracias a su gran alcance y a su óptima cobertura, proporcionan, además, una señal de excelente calidad incluso a gran distancia.
- Para montar una WLAN 802.11n se suele requerir menos infraestructura que para montar una red con equipos anteriores. Como resultado se obtiene una red que ofrece un rendimiento sustancialmente superior y que implica unos costes de inversión menores.
- La mayoría de los puntos de acceso 802.11n es totalmente compatible con la norma 11n y destaca por su excelente interoperabilidad y compatibilidad con versiones anteriores.

Servicios de la red

La red ofrece los siguientes servicios:

- **Correo electrónico:** capacidad de crear cuentas de usuario de correo electrónico y todas las funcionalidades que tiene este servicio.
- **Navegación en Internet:** acceso a Internet por medio de una conexión ADSL en el GADP de Bolívar.
- **Transferencia de datos:** permitirá la transferencia de archivos entre todas las computadoras de la red.

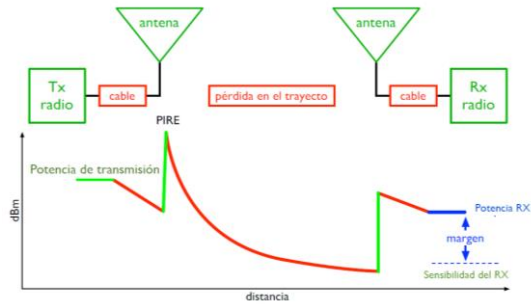


Fig. 2 Nivel de potencia a lo largo de la trayectoria en un enlace

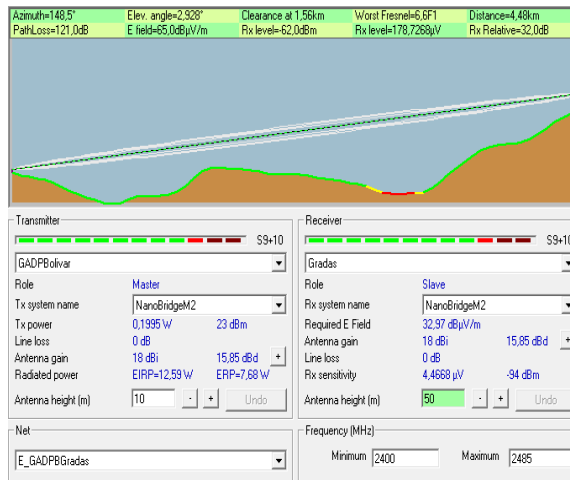


Fig.3 Simulación del enlace en Radio-Mobile

Equipos para el enlace troncal

NanoBridge M2 Ubiquiti
@ 2.4GHz, 18dBi 2x2 MIMO,
Potencia: 23 dBm.



MAPAS DE COBERTURA

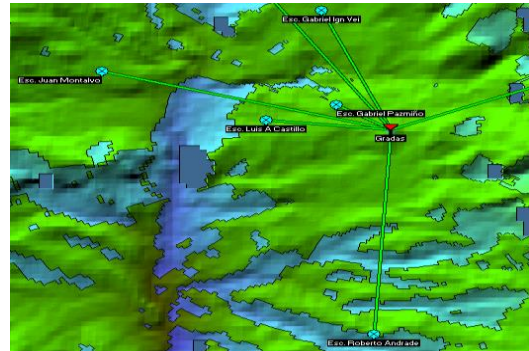


Fig.4 RED GRADAS

Infraestructura y equipos de radio a utilizar:

- 1 Torre de 50 metros.
- 2 AirMax 2x2 MIMO Sector 2-16-90(2,4 Ghz, 16 dBi, 90 deg) .
- 2 RocketM2, OutPower: 28 dBm, Rx Power: -96 dBm.
- 1 RouterBoard 450G- Mikrotik.



Equipos para los clientes

AirGridM2, CPE Outdoor 2.4GHz, Gain:
20dBi, Rx Power: -96 dBm.



Sistema de Protección Eléctrica

En las estaciones troncales en los cerros se han construido sistemas de puesta a tierra (PAT) para evitar que las descargas eléctricas ambientales puedan dañar las antenas y para la protección y el buen funcionamiento de los equipos de comunicación.

Estos sistemas PAT se han implementado utilizando un pararrayos tetrapuntal tipo Franklin ubicado en la parte más alta de la torre. Éste proporciona una protección que cubre un volumen cónico con una θ y un ángulo de 360 grados.



Fig.5. Pararrayos tetrapuntal

El pararrayos tetrapuntal está conectado al pozo PAT mediante un cable de cobre desnudo de 50 mm^2 de diámetro. Este pozo es del tipo horizontal (10 m de longitud) y está construido con una mezcla de tierra de cultivo, sal y Bentonita. En esta mezcla es donde se conecta el fleje de cobre.

Este subsistema tiene el objetivo de brindar protección a las personas y los equipos, evitando que descargas indeseadas lleguen hasta los mismos. Los sistemas de protección eléctrica constan de los siguientes elementos:

Pozo de puesta a tierra: Las estaciones se encuentran ubicadas en zonas de baja o media resistividad, por lo que se han instalado pozos PAT con una

longitud de 10 m y una profundidad de 50 cm, como se aprecia en la Figura 6.

Barra Master: Es una platina de cobre que sirve para conectar los diferentes cables de cobre usados para la puesta a tierra de los equipos y también para conectarlos a los pozos PAT. Se instala en el interior pero aislada de la estructura del establecimiento, como se aprecia en la Figura 7.

Protectores de línea: Son elementos especialmente diseñados para prevenir que descargas eléctricas puedan llegar al equipo radio y dañarlo. Se colocan en la barra Master y se conectan a dos cables coaxiales: uno llega al equipo radio y el otro a la antena.



Fig. 6. Pozo de puesta a tierra



Fig. 7. Protector de línea instalado en barra máster

Sistema de Telecomunicaciones

En un repetidor la mayoría son los mismos que los ya indicados, sólo varían la cantidad de equipos que actúan como bridges y antenas.

Están ubicados en las diferentes ubicaciones descritas anteriormente. En cada uno de estos se han implementado casetas y torres, además algunas de las estaciones tienen cerco perimétrico. En las

casetas se ubican los equipos de telecomunicaciones y en las torres se han instalado las antenas y los paneles solares. Los repetidores necesitan de un sistema autónomo de energía, dada su localización en zonas aisladas.



Fig.8. Esquema de un repetidor

Subsistema de Protección Eléctrica

En forma similar al caso de las estaciones cliente, en los repetidores también se han instalado sistemas PAT de tipo horizontal. Estos pozos contienen los mismos elementos que los anteriores, con la diferencia que su longitud es de 20 m. Como excepción de algunos pozos donde tiene una longitud de 60 m, debido a la alta resistividad del terreno. El uso del tetrapuntal ubicado en el extremo de las torres proporciona una protección que cubre un volumen cónico.

Sistema de Energía

Se emplean paneles solares para la provisión de energía debido a que en los cerros no se cuenta con líneas de suministro de energía eléctrica convencional. Los equipos que conforman este subsistema se presentan en la muestran en la Figura 9.

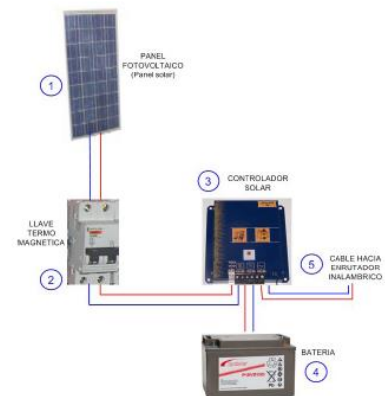


Fig.9. Elementos del Sistema de Energía

Sistema de Infraestructura

Este subsistema sirve de base para algunos componentes del subsistema de protección eléctrica.

Como se ha indicado, está formado por una torre ventada de 60 m de altura que sirve de soporte para las antenas, el pararrayos tetrapuntal y el panel solar.

Además, se han construido casetas para instalar los equipos de una forma más segura. Un ejemplo de estas infraestructuras se puede observar en la Figura 10.



Fig.10. Distribucion de equipos en la torre

Estación pasarela

La estación pasarela está situada en la frontera de la red WiFi con el exterior (en el caso de la red en el GADP Bolívar). Se encarga principalmente de proporcionar los siguientes servicios:

Conectividad a Internet a través de un línea DSL que será proporcionada por la Corporación Nacional De Telecomunicaciones (CNT) de acuerdo a convenios establecidos con el ministerio de Telecomunicaciones (MINTEL)

Conectividad a la red telefónica exterior a través de una línea convencional analógica.

Servidor de correo para proporcionar cuentas de correo a los usuarios de la red.

Servidor de Gestión de Red

Firewall y control de contenidos

Firewall y control de contenidos

El primer servicio nombrado anteriormente es realizado a través de un Router DSL mientras el servicio de cuentas de correo electrónico y gestión de red son gestionados a través de un servidor; y firewall y control de contenidos, a través de otro servidor.

Sostenibilidad de la red

La comunidad o entidad administradora tiene que planificar estrategias para las adquisiciones de fondos propios para el mantenimiento de la red, el pago de servicios, mantenimiento e instalación de nuevas aplicaciones de la red.

Como primera idea es que se podría utilizar la infraestructura existente fuera de los horarios de clase con el fin de convertirlo en un cyber y de allí cobrar precios desde 0.60 hasta 1 USD por el uso

de las maquinas. Además que la persona encargada de administrar las redes, podría realizar consultas, trabajos o coordinar cursos, para tratar de generar mayores ingresos por uso de los equipos y la infraestructura.

También se podría cobrar cuotas simbólica a los padres de familia, al inicio del año lectivo, siempre y cuando se tome en cuenta que se deberá analizar las condiciones socio económicas de los pobladores y no realizar imposiciones, ya que esta acción iría en contra del origen y esencia original del proyecto, que es el acceso universal y gratuito de los alumnos de las escuelas a las nuevas tecnologías.

Se podría coordinar con instituciones y organizaciones sin fines de lucro, tales como universidades, colegios, institutos tecnológicos superiores de la Provincia; para que se realice el mantenimiento de la infraestructura por parte de sus alumnos y que les sea representados a ellos como un trabajo de investigación que coordinado con sus respectivos docentes les ayudara a cimentar los conocimientos adquiridos en las aulas, a la vez que apoyan a una causa social.

Alquilar la infraestructura de la Red Troncal, tales como torres y casetas a operadores de Telefonía Celular, Empresas de Comunicaciones Inalámbricas y Troncales y demás empresas que estén situadas en la zona de influencia y que deseen implementar sus sistemas de comunicaciones sobre la red ya instalada.

CONCLUSIONES

El presente estudio servirá como base para el diseño e implementación de una Red de Telecomunicaciones que permita proveer Servicio de Internet bajo el estándar Wi-Fi (2,4 GHz) a 44 unidades educativas ubicadas en sectores rurales y urbanos marginales de la provincia de Bolívar.

Luego de analizar los estándares de comunicaciones inalámbricas 802.11

a,b,g,n se puede concluir que el 802.11 n se ajusta mejor a las necesidades de nuestra red, ya que los suscriptores poseen una mayor ganancia y el ancho de banda de hasta 100 Mbps.

Se aprovecha la tecnología MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) que agrega una tecnología que usa múltiples antenas transmisoras y receptoras para mejorar el desempeño del sistema, permitiendo manejar más información que al utilizar una sola antena,

Se aprovecha de la diversidad de antenas y el multiplexado espacial.

La tecnología MIMO depende de señales multirruta que son señales reflejadas que llegan al receptor un tiempo después de que la señal de línea de visión (line of sight, LOS) ha sido recibida.

MIMO utiliza la diversidad de las señales multirutas para incrementar la habilidad de un receptor de recobrar los mensajes de la señal.

Por las características técnicas y de software del *Punto de Acceso*; tales como la autenticación por dirección MAC, el control de ancho de banda por dirección IP, el monitoreo gráfico en cada una de las interfaces, la buena sensibilidad de recepción, entre otras; se logra conseguir una aceptable seguridad y calidad en el servicio a prestar.

La sostenibilidad no debe ser considerada un objetivo complementario ni adicional, sino parte de la misión misma del proyecto; las herramientas que se entregan para promover el desarrollo y mejorar la calidad de vida deben ser duraderas en el tiempo.

Una prematura finalización del seguimiento o un temprano deterioro no solo implican un estancamiento y hasta un posible retroceso sino también significa que el esfuerzo y capital invertidos se perderán irremediablemente. El costo de oportunidad de estos recursos es siempre demasiado elevado para tomar ese riesgo.

Es en este marco en el que cobra gran importancia una correcta interpretación de la realidad local y la correspondiente elaboración e implementación de estrategias que nos ayuden a establecer redes sostenibles (o auto sostenibles).

RECOMENDACIONES

Para conseguir un correcto desempeño de los servidores, es recomendable que éstos se encuentren en un cuarto que posea aire acondicionado.

Debido a que los servicios que ofrece un ISP deben ser permanentes, es necesario contar con una fuente de energía alternativa como respaldo en caso de ocurrir un corte de energía pública.

Es recomendable contar con servidores de backup para los servicios que se desea brindar con el fin de tener un respaldo del servidor principal, por esta razón se recomienda utilizar los servidores de backup gratuitos del sitio www.xname.org.

Siempre se tomara en cuenta la seguridad de nuestra Red, con el fin de evitar el acceso no deseado a los equipos agregando un dispositivo o computador que actúe como *firewall*.

Es importante mantener un monitoreo constante del desempeño de la red utilizando las herramientas que permiten gestionar cada una de sus partes como son el *monitoreo gráfico* en línea del tráfico upload y download, la medición de la velocidad asignada a nuestra RED utilizando un velocímetro, además de monitorear el correcto funcionamiento de los servidores tanto de gestión local como remota.

Conforme se incremente el número de clientes se debe verificar en el MRTG (*Multi Router Traffic Grapher*) que el ancho de banda contratado abastezca la demanda y en el caso de producirse saturación en el canal, se deberá solicitar un incremento en el ancho de banda contratado al proveedor.

La Línea de vista entre la antena del punto central y la antena remota no deben de exceder de 12 km, caso contrario, se debe establecer una línea de vista entre el punto central y una estación repetidora; y otra entre esta y el usuario. Como los equipos se van actualizando constantemente no es recomendable, tener una bodega llena de ellos, si no adaptar los nuevos que salen al mercado, a la red existente con el fin de siempre tratar de mejorar nuestra red.

La identificación de los beneficiarios con los objetivos del proyecto o iniciativa es una condición necesaria, aunque no suficiente, para el aseguramiento de su sostenibilidad.

Interiorizar en los beneficiarios la utilidad de lo que se ha implementado y que asuman un compromiso real respecto a su uso y cuidado, el aporte no será viable en el tiempo, lo que significa que deberán conjuntamente planificar planes de sostenibilidad del proyecto.

El uso de las TIC's es el objetivo principal, por lo que se deberá dimensionar los parámetros que vayan de acorde con las nuevas tendencias.

Colaboración activa del GADP de Bolívar que permita la sostenibilidad, el mantenimiento, la capacitación así como monitoreo de uso de la infraestructura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrew S. Tanenbaum, **REDES Y COMPUTADORAS**, PrenticeHall,1997.
- Bates,R.J. **COMUNICACIONES EN REDES INALÁMBRICAS**, NY: McGraw-Hill,1994.
- Davis P.T. y McGuffin,C.R.; **REDES DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICAS**, NY: McGraw-Hill, 1995.
- Grupo de Telecomunicaciones Rurales-Pontificia Universidad Católica del Perú (GTR-PUCP); **REDES INALAMBRICAS PARA ZONAS RURALES**; SEgunda edición, Programa Willay, Enero 2011.

- <http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/>
- <http://www.igm.gob.ec>
- <http://www.wirelessethernet.com>

Autor:



José Luis Gualotuña P, Recibió su Título de pregrado en Electrónica y Telecomunicaciones en Marzo del 2014. Entre sus campos de interés se encuentran los siguientes:

- Sistemas satelitales,
- Redes inalámbricas y
- Sistemas radiantes.